مجلة جامعة الملك سعود، م٦ ـ العلوم الزراعية (١)، ص ص ١٥-٣٦ (١٤١٤هـ / ١٩٩٤م).

توليفة الإنتاج الأمثل للزروع المنتجة بالبيوت المحمية: دراسة حالة الإنتاج لمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (اســـــترا) بمنطقة تبـوك في المملكة العربية السعودية

خالـد بن عبدالرحمن الحمودي

قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود،

الرياض، المملكة العربية السعودية

ملخص البحث. يستهدف البحث دراسة حالة الإنتاج بمزارع البيوت المحمية لمؤسسة (استرا) بمنطقة تبوك شمال المملكة العربية السعودية للوقوف على السمات الرئيسة لنمط الأسلوب الإنتاجي بها، وتحديد الخطة الإنتاجية المثلى لتلك المزارع في ظل القيود الموردية الاقتصادية والتقنية الإنتاجية المتاحة بمزارع المؤسسة. واستند البحث لاستخدام أسلوب البرمجة الخطية من خلال تقدير مجمل الربح للوحدة المساحية للأنشطة الإنتاجية المختلفة، وهي الطماطم والخيار والخس والورد والقرنفل والأقحوان، وكذلك تقدير احتياجاتها الموردية من العمالة ومياه الري والأسمدة والمبيدات ثم التعرف على إمكانات تخصيص موارد المؤسسة بما يحقق أكبر عائد ممكن.

وتـوصلت الدراسة إلى أن الخطة الإنتاجية المثلى تحقق مجمل ربح سنوي قدره ٩,٨ مليون ريال وبنسبة زيادة قدرها ٤٠٪ عن نظيره البالغ ٧ ملايين في سنة ١٩٩١م. ولقد تضمنت الخطة الإنتاجية المثلى تقليل كل من مساحة الطماطم والخس والأقحوان من ٣,٧٥، ٢، ٠,٩ هكتار إلى ٣,٢، ١,٩٥، ٠,٨ هكتار على الترتيب، وزيادة مساحة كل من الورد والقرنفل من ١,٢٥ هكتار لتصل إلى ١,٦ هكتار. وقد قدرت الدراسة سعر الظل لمياه الري والعمالة بنحو ١٥٤٠,٨، ١٣٦٠ ريالاً على الترتيب.

ومن خلال تحليل الحساسية تبين عدم التغير في الخطة الإنتاجية المثلى إذا تغير مجمل الربح بدون حد أقصى، وبحـد أدنى بلغ للطماطم، الـورد، القرنفل، ٢٢٢,٩٧ ألف ريال، ٢١٨,٨٥ ألف ريال، ٢٠٢,٣٢ ألف ريال على الترتيب. ولا يطرأ أي تغيير على الخطة المقترحة إذا تغير مجمل الربح للأقحوان

بحد أقصى قدره ٢٨٣,٣٥ ألف ريال، وليس لتغيرات مجمل ربح الهكتار من الخيار أو الخس تأثير على الخطة المثلى. ولوحظ بشكل عام عدم اتساع المدى الذي يسمح بتغير الموارد والمحددات دون تغيير الخطة المثلى.

مقدمة

لقد أكدت التجارب والدراسات التي أجريت في أنحاء العالم المختلفة أهمية اتباع سبل الزراعة المحمية خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة لتوفير البيئة المناسبة لنمو النباتات وللتغلب على كثير من المشكلات التي تواجه الزراعة المكشوفة من جهة أخرى، إضافة إلى ما يتحقق في الزراعة المحمية من محافظة على الموارد النادرة وخصوصًا الموارد المائية.

وفي محاولة جادة لتحقيق الاكتفاء الذاتي من بعض السلع، زاد اهتمام المملكة العربية السعودية في السنوات الأخيرة بتشجيع المزارعين والشركات الزراعية على التوسع في إقامة مشاريع البيوت المحمية لإنتاج الخضروات لرفع إنتاجية الوحدة المساحية، وترشيد استخدام الموارد الزراعية دون استنزافها إذ تصل إنتاجية الهكتار من بعض الخضروات مثل الطماطم والخيار والخس في الزراعة المحمية نحو ٣٧٥، ٧٥٠، ٣١٣ طنًا على التوالي في السنة، بينما لا تتجاوز في الزراعة المكشوفة ١٠٠، ٣٠، ٥٢ طنًا على التوالي [١، ص١-١٠]. ولقد تزايد عدد مشروعات البيوت المحمية المنتجة في المملكة من ١٥٨ مشروعًا في ١٩٨٥م إلى ٣٩٦ مشروعًا في ١٩٩٠م. وبلغ إجمالي الإنتاج ١١٧ ألف طن في العام الأخير مقابل ٥١ ألف طن فقط في عام ١٩٨٥م بزيادة تبلغ ٦٦ ألف طن تمثل حوالي ١٢٩٪ مما كان عليه الإنتاج عام ١٩٨٥م. وتحتل منطقة الرياض موقع الصدارة من حيث عدد مشروعات البيوت المحمية وإنتاجها حيث يوجد بها نحو ١٣٠ مشروعًا بلغ إنتاجها نحو ٥٨ ألف طن في ١٩٩٠م، وتأتي المنطقة الشمالية في المرتبة الثانية بعد منطقة الرياض من حيث عدد المشروعات حيث يوجد بها نحو ١١٧ مشروعًا قدر إنتاجها بنحو ٢١ ألف طن، وتحتل المنطقة الشرقية المكانة الثالثة من حيث عدد المشروعات حيث يوجد بها ١٠١ مشروع قدر إنتاجها بنحو ٢١ ألف طن في سنة ١٩٩٠م.

ولقد نجح إنتاج كل من الطماطم والخيار بشكل ملحوظ في مشروعات البيوت المحمية بالمملكة، وتحسن الإنتاج بتكثيف استخدام العناصر الإنتاجية وتوفير البيئة المناسبة والتحكم فيها من أجل توفير الإنتاج الأفضل كمًا ونوعًا، وقد ازداد الإنتاج من الطماطم من ٢١ ألف طن في ١٩٨٥م إلى ٥٣ ألف طن في ١٩٩٠م، أي بنسبة زيادة بلغت ١٥٢٪ عما كان عليه إنتاج البيوت المحمية من تلك السلعة عام ١٩٨٥م، أما إنتاج الخيار فقد ازداد من ٢٨ ألف طن تقريبًا في عام ١٩٨٥م إلى نحو ٥٨ ألف طن عام ١٩٩٠م بنسبة زيادة بلغت ١٠٧٪ عما كانت عليه في عام المقارنة، كما ارتفعت نسبة إسهام إنتاج مشروعات البيوت المحمية من الخيار في إجمالي إنتاج المملكة من ٤٥٪ إلى ٦٠٪ في العامين الأول والأخير للفترة ١٩٨٥-١٩٩٠م. مما يوضح أهمية مشروعات البيوت المحمية وما تضيفه إلى إجمالي الناتج الزراعي بشكل عام [٢، ص ص ٢١٨-٢٢٢].

ولقد أوضحت إحدى الدراسات السابقة [٣]، ارتفاع متوسط التكاليف الاستثمارية المتمثلة في الهياكل والأغطية والمباني والمنشآت ومحطات التحلية، حيث قدرت بنحو ٢١٨١,٢ ألف ريال للهكتار. أما التكاليف المتغيرة والتي تشمل البذور، الأسمدة، المبيدات، التربة أو الوسط والعبوات، منصرفات تحلية المياه، الوقود، الطاقة الكهربائية، العمالة فيبلغ متوسطها للهكتار نحو ٣١١,٥ ألف ريال، ويلاحظ الارتفاع الكبير في متوسط قيمة إهلاكات الأصول الثابتة للبيوت المحمية، الأمر الذي يستدعي ضرورة الاستغلال الأمثل لها وفق خطط إنتاجية تضع في اعتبارها المردود الاقتصادي لمختلف البدائل في ضوء الموارد الاقتصادية المتاحة.

الهدف من البحث

يهدف البحث بصفة أساسية إلى دراسة حالة Case study لمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا) بتبوك. وتحقيق الخطة الإنتاجية المثلى للمزارع في ظل قيود ومحددات العناصر الإنتاجية وظروف الإنتاج واستخلاص أهم المؤشرات الاقتصادية لمثل هذا النمط الإنتاجي الحديث.

البيـــانات المســـتخدمـة

اعتمد البحث على بيانات ومعلومات منشورة تم تجميعها من الجهات الرسمية ذات العلاقة، إضافة إلى بيانات أخرى غير منشورة تم تجميعها من واقع سجلات الحسابات والإنتاج بمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا) بتبوك.

الأســـلوب التحليلـي

تعتمد الدراسة على أسلوب البرمجة الخطية كأداة تحليلية للتوصل إلى الخطة الإنتاجية المثلى لمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا) بتبوك. وقد تم بناء النموذج الرياضي للبرمجة الخطية [٤-٦] وفقًا للخطوات التالية:

١ ـ تحديد الهدف وهو ما تم التعبير عنه في هذه الدراسة بتحقيق أقصى مجمل ربح Gross margin ممكن، وتم استعراضه في شكل دالة خطية تسمى دالة الهدف Objective function.

٢ ـ تحديد القيود Constraints التي تباشر في ظلها المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا) نشاطها وتعوق تحقيق الهدف، ثم وضع المتباينات أو المعادلات المعبرة عن تلك القيود.

٣ ـ تحديد الأنشطة الإنتاجية البديلة Feasible activities في المؤسسة.

٤ ـ تحديد النمط الأمثل Optimum solution استنادًا إلى طريقة السمبلكس Simplex method.

مجمل ربح الأنشطة الإنتاجية

تنتج مزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة عددًا من أنواع الخضر، تتضمن الطماطم والخيار والفلفل. فضلاً عن إنتاج أنواع مختلفة من الزهور أهمها الورد، القرنفل، والأقحوان.

ولقد بلغ إنتاج مزارع المؤسسة من الأنشطة الإنتاجية الرئيسة وفقًا لخطة ١٩٩١م نحو ١٢٠٠ طن من الطماطم وحوالي ٦٤٣٠ طنًا من الخيار، ونحو ٦٠٠ طن من الخس، كما أنتجت المزارع أنواعًا وأصنافًا متباينة من الزهور تصدر إلى عدد من دول السوق الأوروبية، أهمها الورد، القرنفل، الأقحوان. وقد بلغ إجمالي الإنتاج نحو٤٨٠ ألف زهرة من الورد، ونحو ٦٢٥ ألف زهرة من القرنفل ونحو ١٦٢ ألف زهرة من الأقحوان (جدول رقم ١).

وتبلغ إنتاجية الهكتار من الطماطم نحو ٣٢٠ طنًا في العام. بينما تبلغ بالنسبة للخيار نحو ٢٠٠ طن، أما إنتاجية الهكتار من الخس فتقدر بنحو ٣٠٠ طن، ويتباين إيراد الهكتار من ٦٤٠ ألف ريال للطماطم إلى ٤٠٠ ألف ريال للخيار ونحو ٧٥٠ ألف ريال للخس. كما قدرت إنتاجية هكتار القرنفل في المتوسط بنحو ٥٠٠ ألف زهرة، ومن ثم بلغ إيراد الهكتار نحو ٤٩٢,٥ ألف ريال، وقدرت إنتاجية الهكتار من الورد بنحو ٣٨٤ ألف زهرة، وبلغ إيراد الهكتار منه نحو ٤٨٠ ألف ريال. أما بالنسبة للأقحوان فتبلغ إنتاجية الهكتار نحو ١٨٠ ألف زهرة مما يحقق منه إيرادًا يبلغ نحو ٦٣٠ ألف ريال للهكتار (جدول رقم ١).

وتحقيقًا لأهداف الدراسة تم تقدير متوسط التكاليف المتغيرة للهكتار من الخضر (الطماطم، الخيار، الخس) وكذلك للزهور (الورد، القرنفل، الأقحوان)، حيث تضمنت التكاليف المتغيرة قيمة البذور والأسمدة والمبيدات والتربة أو وسط الزراعة (في حالة الزراعة بدون تربة) والعبوات البلاستيكية أو البولي إيثلين اللازمة لعمليات الزراعة، وخيوط كليسات التسليق، ومصاريف تحلية مياه الري والوقود (البنزين والديزل) وأجور العمالة المباشرة.

وتم استنزال التكلفة المتغيرة من إيراد الهكتار للحصول على مجمل الربح للهكتار، كما هو متبع في الدراسات السابقة [٧- ص ص١-٤] (جدول رقم ١). وتجدر الإشارة إلى أن تقدير مجمل الربح عند مستوى التكلفة المتغيرة تم بغرض التخطيط. وعند تقدير صافي الدخل Net income أو صافي الربح Net profit النهائي يلزم أخذ التكاليف الثابتة بالإضافة إلى التكاليف المتغيرة الأخرى في الاعتبار وطرحها من إجمالي الإيرادات لكل نوع من أنواع الأنشطة أو المزيرعات [٨، ص ص٢١-٢٤].

جدول ١ . المساحة المزروعة والإنتاج الكلي وإنتاجية وإيراد الهكتار من زروع البيوت المحمية بمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (أسترا) في سنة ١٩٩١م.

الذروع		المساحة هكتار	الإنتاج وحدة*	إنتاجية الهكتار وحدة*	سعر بيع الوحدة ريال	إجمالي إيراد الهكتار ألف ريال	التكاليف المتغيرة للهكتار ألف ريال	مجمل الربح للهكتار ألف ريال	مجمل الربح الكلي ألف ريال
أ) الخضر:	الطماطم	٣,٧٥	١٢٠٠	٣٢٠	٢٠٠٠	٦٤٠	٣٥٧,٧	٢٨٢,٣	١٠٥٩
	الخيار	٣٢,١	٦٤٣٠	٢٠٠	٢٠٠٠	٤٠٠	١٧٨,٧٥	٢٢١,٣	٤٤٢٠**
	الخس	٢,٠	٦٠٠	٣٠٠	٢٥٠٠	٧٥٠	٤٩١,٢	٢٥٨,٨٠	٥١٨
إجمالي الخضر		٣٧,٨٥	—	—	—	—	—	—	٥٩٩٧
	الورد	١,٢٥	٤٨٠	٣٨٤	١,٢٥	٤٨٠,٠	١٣٩,٥	٣٤٠,٥	٤٢٦
	القرنفل	١,٢٥	٦٢٥	٥٠٠	٠,٩٨٥	٤٩٢,٥	١٥٧,٣	٣٣٥,٢	٤١٩
	الأقحوان	٠,٩	١٦٢	١٨٠	٣,٥	٦٣٠,٠	٤٠٦,٢	٢٢٣,٨	٢٠١
إجمالي الزهور		٣,٤	—	—	—	—	—	—	١٠٤٦
إجمالي البيوت المحمية		—	٤١,٢٥	—	—	—	—	—	٧٠٤٣

* طن بالنسبة للخضر وألف زهرة بالنسبة للزهور.

** مجمل الربح للخيار حُسبَ على أساس إنتاج عروة واحدة من الخيار في سنة الدراسة في حين يتم إنتاجه عادة عروتين في السنة .

● يطلق على مجمل الربح Gross profit أو Gross margn هامش الإسهام أو العوائد فوق التكاليف المتغيرة Return over costs وهو يمثل خارج طرح إجمالي التكاليف المتغيرة Variable costs من إجمالي قيمة المنتجات المزيرعية Total value product of the enterprise .

ويشترط توافر شرطين لاعتبار أي بند من بنود التكاليف ضمن بنود التكاليف المتغيرة من زاوية مجمل الربح :

١ ـ أن يخص البند مزيرعية بعينها Single enterprise .

٢ ـ أن يختلف باختلاف حجم المزيرعية، أما الربح المزرعي Farm profit فيطلق على خارج طرح إجمالي التكاليف الثابتة من مجمل الربح كما يمثل خارج طرح إجمالي التكاليف من إجمالي الدخل، وكثيرًا ما يطلق عليه صافي الربح Net profit أو صافي الدخل [٨، ص ص٢١-٢٤].

المصدر: المؤسسة العربية للتموين والتجارة، [٩].

ومما هو جدير بالتنويه أنه نظرًا لتعدد أنواع البيوت المحمية واختلافها في المواصفات الفنية والبنية واختلاف إنتاجية وحدة المساحة، وبالتالي المخرجات Output لكل نوع وفقًا لاختلاف المدخلات Input فقد استخدم الأسلوب التقني السائد في مزارع الشركة لإنتاج الأنواع المختلفة لزروع الخضر والزهور، حيث تم الاعتماد على تقرير هذه الأنواع من البيوت المحمية لكل نوع من الزروع، وفقًا لدراسات جدوى فنية واقتصادية تتناسب وظروف إنتاج هذه الأنواع في منطقة الدراسة، حيث تم زراعة الطماطم والزهور في بيوت الفيبرجلاس المكيفة والبيوت الزجاجية حيث تستغرق مدة العروة للطماطم، حوالي ستة شهور تقريبًا، كما أن أسعار بيعها في الأسواق تتناسب مع ارتفاع التكاليف الاستثمارية لمثل هذا النوع من البيوت، في حين أن أنواع الزهور وهي الورد والقرنفل تعتبر من زروع المناطق المعتدلة مما يستدعي الحد من درجات الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي فضلاً عن إنها تصدر بأسعار مناسبة ويتم إنتاجها طول العام. أما بالنسبة للخس فتتم زراعته في بيئة مائية داخل بيوت الفيبرجلاس المكيفة، حيث إن الخس تجود زراعته تحت هذا الأسلوب ويحقق إنتاجًا مرتفعًا، كما يتسم بارتفاع أسعاره في الأسواق المحلية. أما بالنسبة للخيار فتتم زراعته في البيوت البلاستيكية غير المكيفة وهي أقل من حيث التكاليف الاستثمارية عن نظيرتها السابقة، وتحتاج إلى تغيير كل سنتين تقريبًا وتناسب الخيار لذلك نظرًا لقلة مدة عروته حيث تستغرق عروته من ثلاثة إلى أربعة شهور [١].

الاحتياجات الموردية للأنشطة الإنتاجية

العمالـــــــة

تتسم ظروف الإنتاج في البيوت المحمية بتقليل حدة أثر ظاهرة الموسمية وتأثير العوامل البيئية الخارجية على الإنتاج الأمر الذي يؤدي إلى الحصول على الإنتاج على مدار السنة، وفيما يتعلق بمورد العمالة فإنه تحت ظروف الزراعة السعودية تعد أغلب العمالة اللازمة لأداء العمليات الزراعية في مثل هذه البيوت المحمية عمالة فنية متخصصة، وهي عمالة تعاقدية وافدة في غالبيتها مما يعني إنها عمالة مستديمة وتعمل بصفة دائمة بهذه البيوت، ولكونها فنية فإنه يمكن أن يحل بعضها محل البعض الآخر في أداء هذه العمليات الزراعية، ووفقًا لذلك قدر متوسط الاحتياجات السنوية لوحدة المساحة وفقًا لكل نوع من أنواع الزروع.

وقدر احتياج هكتار الطماطم المزروع بالبيوت الفيبر جلاس المكيفة أو البيوت الزجاجية من ساعات تشغيل العمالة بنحو ٧٤٨٨ ساعة عمل سنويًا. وللخيار المزروع في البيوت البلاستيكية بنحو ١٢٤٨٠ ساعة. بينما قدر للخس بنحو ١١٢٣٢ ساعة عمل، وحوالي ٨٣٢٠ ساعة عمل في حالة زراعة الورد وحوالي ٧٢٨٠ ساعة عمل لزراعة القرنفل ونحو ٦٢٤٠ ساعة عمل لزراعة الأقحوان - (جدول رقم ٢).

مياه الـــري

لما كانت طبيعة الإنتاج في البيوت المحمية يتم من خلالها التغلب على العوامل الجوية واختلافها من موسم لآخر وتأثير هذه العوامل بالتالي على كمية المياه المستخدمة في الإنتاج، ونظرًا لأن درجات الحرارة الخارجية المختلفة تؤثر على معدل تشغيل أجهزة التكييف للبيوت المحمية المكيفة فقط، أما بالنسبة للرطوبة الداخلية فيتم التحكم فيها من خلال أجهزة التحكم داخل البيوت المحمية فضلاً على أن نوعية المياه المستخدمة ذات مصدر واحد وهي المياه الجوفية التي يتم استخراجها من الآبار، فقد استند في تقدير الاحتياجات المائية على المتوسط السنوي لهذه الاحتياجات لكل نوع من الزروع وفقًا للأنواع المختلفة من البيوت موضع الدراسة لتعكس التباين في هذه الاحتياجات السنوية لوحدة المساحة وفقًا لاختلاف أنواع الزروع والبيوت لتمثل قيدا في النموذج.

ويعتبر أسلوب الري بالتنقيط أكثر طرق الري شيوعًا في الزراعة المحمية. ويفيد الري بالرش في تلطيف درجة الحرارة، ولذا ينصح دائمًا بتركيب نظامي الري معًا، وهو ما تتبعه مزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (أسترا)، وتستخدم في ذلك الحاسب الآلي لتنظيم التحكم في كمية مياه الري اللازمة باختلاف درجة الحرارة والرطوبة الأرضية. كما تجدر الأشارة إلى أن الحاسب الآلي يستخدم كذلك في التحكم في مختلف العوامل الأخرى مثل: نسبة ثاني أكسيد الكربون، درجة الحرارة، تركيز العناصر السمادية والتركيز الكلي للأملاح في ماء الري.

وقد قدر احتياج هكتار الطماطم في حالة زراعته في البيوت الفيبرجلاس المكيفة أو البيوت الزجاجية بنحو ٢٧٠٠م^3 من المياه أما احتياج الهكتار في حالة زراعته بالخيار في

جدول ٢ . الاحتياجات الموردية للهكتار من أهم زروع الخضر والزهور المزروعة في البيوت المحمية بمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا)، عام ١٩٩١م.

	وحده	طماطم	خيار	خس	ورد	قرنفل	أقحوان
عمالـــة	ساعة	٧٤٨٨	١٢٤٨٠	١١٢٣٢	٨٣٢٠	٧٢٨٠	٦٢٤٠
مياه ري	م٣	٢٧٠٠	١٩٥٠	٢٧٥٠٠	٢٦٥٠	٢٤٥٠	٢٧١٠
أسمدة							
ثنائي فوسفات الأمونيوم	طن	—	٠,٦	—	—	—	—
كبريتات البوتاسيوم	طن	٤	٠,٢	٢	١,٨	١,٨	١,٨
يوريـــــا	طن	—	١,٢	—	—	—	—
أسمدة مركبـــة	طن	—	٢,٧٦	—	—	—	—
كبريتات مغنيسيوم	طن	٨	٠,٥٤	٣,٤	٤,٨	٤,٨	٤,٨
نترات بوتاسيوم	طن	١٠	١,٨	٦,٧	٣,٦	٣,٦	٣,٦
حـــديـــد	طن	٠,٤	٠,١٥٣	٠,٤٨	٠,٤٥	٠,٤٥	٠,٤٥
حمض الفوسفوريك	لتر	٤٥٠	٢٠٠	—	٣٦٠	٣٦٠	٣٦٠
نترات كالسيوم	طن	١,٦	—	٨,٦	٩	٩	٩
أحادي فوسفات البوتاسيوم	طن	٤,٥	—	٢,٥٤	٢,٧	٢,٧	٢,٧
نترات أمونيوم	طن	—	—	٠,٢٠٠	—	—	—
زنـــــك	طن	—	—	٠,٠٣	—	—	—
منجنيـــز	طن	—	—	٠,٠٣	—	—	—
بـــورون	طن	—	—	٠,٠٢	—	—	—

تابع جدول ٢ .

	وحده	طماطم	خيار	خس	ورد	قرنفل	أقحوان
نحـاس	طن	–	–	٠,٠٠٢	–	–	–
ملبيدنيـوم	طن	–	–	٠,٠٠٢	–	–	–
مبيدات :							
حشرية	لتر	١٠٠	٨٠	٢٠	٢٤	٢٢	٢٦
أكاروسية	لتر	٥٠	٤٠	–	–	–	–
فطريـة	كجم	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٨	١٢٣
أعشـاب	لتر	٣٠	٢٠	٣٠	٤,٥	٣,٢	٥

المصدر: المؤسسة العربية للتموين والتجارة، مزارع (أسترا)، [٩] .

البيوت البلاستيكية فيبلغ نحو ١٩٥٠م٣، بينما يرتفع احتياج الخس لزراعته في البيوت الفيبرجلاس المكيفة المائية إلى نحو ٢٧٥٠٠م٣ بسبب زراعة المحصول اعتمادًا على المحلول المغذي Nutrient film technique . وتتقارب الاحتياجات المائية للزهور، حيث تقدر بحوالي ٢٧١٠م٣ في الأقحوان، ٢٦٥٠م٣ في الورد، ٢٤٥٠م٣ للهكتار في القرنفل - (جدول رقم ٢).

الأسمدة

يعتمد التسميد في الزراعة المحمية أساسًا على الأسمدة الذائبة التي تصل إلى النباتات مع ماء الري بالتنقيط، خاصة في الأراضي الرملية. أما عند اتباع طريقة الري بالرش، فإن التسميد يتم بإضافة الأسمدة الجافة إلى جانب النباتات. وقد تتبع طريقتا التسميد معًا بالإضافة إلى التسميد بالرش بالنسبة للعناصر الصغرى. ويظهر (الجدول رقم ٢) تباينًا واضحًا في احتياجات زروع البيوت المحمية من الأسمدة باختلاف الزروع في مزارع (استرا). نظرًا لاختلاف طريقة الزراعة، حيث تختلف الزراعة في بيئة مائية عن الزراعة في التربة من حيث الاحتياجات السمادية، فضلاً عن أن الزروع تختلف فيما بينها من حيث الاحتياجات السمادية وفقًا لمراحل نمو النبات وطول مكثه في البيت المحمي مما يستدعي عدم تضمين الأسمدة كقيد في النموذج المستخدم في التحليل، ويلاحظ ارتفاع احتياج الطماطم من مختلف العناصر السمادية مقارنة بالزروع الأخرى.

المبيدات

لا تختلف الأسس العامة للوقاية من الآفات في الزراعات المحمية كثيرًا عما في الزراعات المكشوفة، إلا أن الطبيعة المغلقة للبيوت المحمية وزيادة التكلفة الإنتاجية لوحدة المساحة من البيت يجعلان من الممكن، بل ومن الضروري أحيانًا إتباع طرق محددة قد يستحيل إجراؤها في الزراعات المكشوفة، ويكون إجراؤها أمرًا غير اقتصادي، ومثال ذلك تعقيم التربة. وتتبع مزارع (أسترا) برنامجًا شهريًا للوقاية ومتابعة يومية للمكافحة، والمعدلات الواردة في (جدول رقم ٢) تلزم في حالة الإصابة العادية فيما يتعلق بالمبيدات الحشرية والكاروسية والفطرية ومبيدات الأعشاب. ونظرًا لاختلاف أنواع المبيدات بالنسبة

لكل نوع من الأنشطة الإنتاجية فقد رئي عدم تضمينها قيود نموذج الدراسة حيث لا تتنافس أنشطة الدراسة على استخدام أنواع المبيدات.

النموذج الرياضي

يقتصر النموذج الرياضي المستخدم على تحليل النشاط الإنتاجي لمزارع اشترا، حيث استخدمت أسعار المزرعة Farm gate price في احتساب إجمالي الإيرادات، ولم يتطرق النموذج المستخدم للمراحل التسويقية التي تلي الإنتاج، واقتصرت لذلك القيود المستخدمة على القيود الموردية المحددة للإنتاج Production constraints في ظل الظروف الفنية والتقنية المطبقة بمزارع المؤسسة والاحتياجات الموردية لمختلف الأنشطة الإنتاجية الستة وهي الطماطم والخيار والخس والورد والقرنفل والأقحوان بغية تحقيق الخطة الإنتاجية المثلى.

ويجدر التنويه إلى أن المؤسسة تمتلك أسطولا كبيرًا للنقل المبرد يقوم بمهام النقل إلى الجهات التي يتم التعاقد معها، وفقًا لبرامج زمنية محددة مسبقًا للزروع موضوع الدراسة وغيرها من منتجات المؤسسة فضلاً عن اختلاف خطوط الفرز والتدريج والتعبئة، وفقًا لأنواع الزروع، مما يعني عدم وجود تنافس على استخدام الموارد الخاصة بعمليات الفرز والتدرج والتعبئة بالنسبة للزروع الخضرية والورود، مما يجعل من تضمين النموذج الرياضي لقيود تتعلق بسعة خطوط الفرز والتعبئة والتدرج ووسائل النقل المبردة والمكيفة وأنواعها وسعة الأسواق وأنواعها أمرًا غير وارد في هذه الدراسة ويمكن أن تشملها دراسة لاحقة.

وفي ضوء مجمل الربح للأنشطة الإنتاجية السابق توضيحها، وكذلك أهم القيود الموردية للإنتاج، وفي ظل الظروف الفنية والتقنية المطبقة بمزارع المؤسسة والاحتياجات الموردية للأنشطة الإنتاجية المختلفة موضع الدراسة، يمكن صياغة نموذج البرمجة الخطية المستخدم كما يلي:

دالة الهدف Objective function : تتكون دالة الهدف بالنموذج المستخدم الذي يستهدف تعظيم مجمل الربح Gross margin من الصورة الرياضية التالية:

ص = ج س

ص = ج$_{١}$ س$_{١}$ + ج$_{٢}$ س$_{٢}$ + ... ج$_{ن}$ س$_{ن}$

حيث ص تمثل دالة مجمل الربح للأنشطة الإنتاجية

ج$_{١}$، ج$_{٢}$، . . . . ج$_{ن}$ تمثل مجمل الربح من وحدة المساحة للنشاط الإنتاجي بالألف ريال .

س$_{١}$ ، س$_{٢}$، . . . . س$_{ن}$ تمثل الأنشطة الإنتاجية

ن تمثل عدد الأنشطة الإنتاجية وتبلغ ستة أنشطة .

المحددات الإنتاجية Production constraints : يقيد الإنتاج في مزارع المؤسسة مجمّوعة من القيود الموردية والفنية وأمكن التعبير عنها رياضيًا كما يلي :

أ س ≤ ب

حيث أ تمثل مصفوفة المعاملات الفنية Input-output coefficient أي تمثل كمية الموارد اللازمة للحصول على الإنتاج لوحدة المساحة فهي تمثل العلاقة التقنية الثابتة بين المدخلات والمخرجات .

س تشير إلى المتجه النشاطي Vector للوحدات المنتجة .

≤ لا متساوية خطية

ب تشير إلى المحددات الإنتاجية

ويوضح جدول ٣ . النموذج الرياضي المستخدم في تحليل بيانات الدراسة ، حيث اقتصرت المحددات على أنواع ومساحة البيوت المحمية والعمالة ومياه الري .

النتائج والمناقشة

التوليفة الإنتاجية المثلى

من نتائج تحليل نموذج البرمجة الخطية لمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة والموضحة في (جدول رقم ٤) . يتبين أن المساحة المثلى لزراعة الطماطم تبلغ ٣,٢ هكتار وبذلك يتوقع الحصول على إجمالي إنتاج من محصول الطماطم يقدر بحوالي ١٠٢٤ طنًا سنويًا . وأن المساحة المثلى لزراعة الخيار تقدر بنحو ٣٢,١ هكتار ليتم الحصول على إجمالي

جدول ٣. النموذج الرياضي المستخدم في تحليل نموذج البرمجة الخطية المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا).

المحـــــــددات	القيد	المقدار	الوحدة	الطماطم س١	الخيار س٢	الخس س٣	الورد س٤	القرنفل س٥	الأقحوان س٦
مساحة البيوت الفيبرجلاس المكيفة والزجاجية	>	٧,٢	هكتار	١			١	١	١
مساحة البيوت البلاستيكية	>	٣٢,١	هكتار		١				
مساحة البيوت الفيبرجلاس المكيفة	>	٢	هكتار			١			
عدد ساعات تشغيل العمالة الدائمة المتاحة سنويًا	>	٤٧٦٢٦٨	ساعة	٧٤٨٨	١٢٤٨٠	١١٢٣٢	٨٣٢٠	٧٢٨٠	٦٢٤٠
مقدار مياه الري المتاحة سنويًا	>	١٣٦٥٤٣	متر مكعب	٢٧٠٠	١٩٥٠	٢٧٥٠٠	٢٦٥٠	٢٤٥٠	٢٧١٠
مجمـــــل الـــربـح				٢٨٢,٣	٢٢١,٣	٢٥٨,٨	٣٤٠,٥	٣٣٥	٢٢٣,٨

المصدر: بيانات عينة الدراسة

حيث: س١، س٢، س٣، س٤، س٥، س٦ تعبر عن مساحات الطماطم، الخيار، الخس، الورد، القرنفل، والأقحوان على الترتيب بالهكتار.

جدول ٤ . الخطة الإنتاجية المثلى التي تحقق تعظيم مجمل الربح لمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة (استرا) في البيوت المحمية .

النشاط	المساحة هكتار	الإنتاج المتوقع وحده*	إجمالي التكاليف المتغيرة ألف ريال	إجمالي الإيراد ألف ريال	مجمل الربح ألف ريال
(أ) الخضر					
الطماطم	٣,٢	١٠٢٤	١١٤٤,٦٤	٢٠٤٨,٠	٩٠٣,٣٦٠
الخيار	٣٢,١	١٢٨٤٠	٥٧٣٧,٨٧٥	١٢٨٤٠,٠	٧١٠٢,١٢٥
الخس	١,٩٥	٥٨٥	٩٥٧,٨٤٠	١٤٦٢,٥	٥٠٤,٦٦٠
جملة الخضر	٣٧,٢٥	—	٧٨٤٠,٣٥٥	١٦٣٥٠,٥	٨٥٠١,١٤٥
(ب) الزهور					
الورد	١,٦	٦١٤,٤	٢٢٣,٢	٧٦٨	٥٤٤,٨
القرنفل	١,٦	٨٠٠	٢٥١,٦٨	٧٨٨	٥٣٦,٣٢
الأقحوان	٠,٨	١٤٤	٣٢٤,٩٦	٥٠٤	١٧٩,٠٤
جملة الزهور	٤,٠	—	٧٩٩,٨٤	٢٠٦٠	١٢٦٠,١٦
الإجمالي	٤١,٢٥	—	٨٦٤٠,١٩	١٨٤١٠,٥	٩٧٧٠,٣٠٥

* طن الخضر، وألف زهرة في الزهور.

المصدر: جمعت وحسبت من:

ـ المؤسسة العربية للتموين والتجارة، مزارع أسترا، [٩] .

ـ نتائج تحليل نموذج البرمجة الخطية .

إنتاج يقدر بنحو ١٢٨٤٠ طنًا سنويًا . بينما يتضح من نتائج التحليل أن المساحة المثلى لزراعة الخس تبلغ ١,٩٥ هكتار بغية الحصول على إجمالي إنتاج يقدر بنحو ٥٨٥ طنًا سنويًا . وهذا يعني أن إجمالي المساحة الموجهة بالخطة المثلى لزراعة محاصيل الخضر تبلغ ٣٧,٢٥ هكتار أي نحو ٩٠,٣٪ من إجمالي مساحة المزارع .

ويقدر إجمالي المساحة الموجهة للزهور بالخطة المثلى نحو ٤ هكتارات أي حوالي ٩,٧٪ من إجمالي مساحة المزارع، منها حوالي ١,٦ هكتار لزراعة الورد أي بنسبة ٤٠٪ من إجمالي مساحة الزهور، حوالي ١,٦ هكتار لزراعة القرنفل أي بنسبة ٤٠٪ من إجمالي مساحة الزهور، ونحو ٠,٨ هكتار لزراعة الأقحوان أي بنسبة ٢٠٪. ويبلغ إجمالي الإنتاج المتوقع من الورد، القرنفل والأقحوان نحو ٦١٤ ألف زهرة، ٨٠٠ ألف زهرة، ١٤٤ ألف زهرة على الترتيب (جدول رقم ٤).

التكاليف المتغيرة للخطة المثلى

يبلغ إجمالي التكاليف المتغيرة للخطة الإنتاجية المثلى بمزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة نحو ٨,٦٤٠ مليون ريال، حيث بلغ إجمالي التكاليف المتغيرة لمحاصيل الخضر نحو ٧,٨ مليون ريال، بينما بلغت للزهور نحو ٧٩٩ ألف ريال. وللخيار نحو ٥,٧ مليون ريال، وللطماطم نحو ١,١ مليون ريال وللخس نحو ٩٥٨ ألف ريال. وبلغت التكاليف المتغيرة للزهور وهي الورد، القرنفل، الأقحوان حوالي ٢٢٣، ٢٥٢، ٣٢٥ ألف ريال على الترتيب (جدول رقم ٤).

إجمالـــي الإيراد للخطة المثلى

بلغ إجمالي الإيراد الناتج عن زراعة محاصيل الخضر والزهور بالخطة المثلى بنحو ١٨,٤ مليون ريال وبلغ إجمالي إيراد محاصيل الخضر حوالي ١٦,٤ مليون ريال أي نحو ٨٩,١٣٪ من إجمالي إيراد الخطة المثلى. أما إجمالي إيراد الزهور فقد بلغ ٢,١ مليون ريال أي حوالي ١٠,٨٧٪. ويتوزع إجمالي إيراد محاصيل الخضر بين الطماطم، الخيار، الخس بقيم ٢,٠٤ مليون ريال، ١٢,٨ مليون ريال و ١,٥ مليون ريال أي بنحو ١٢,٥٣٪، ٧٨,٥٪، ٨,٩٪ من إجمالي إيراد محاصيل الخضر على الترتيب (جدول رقم ٤). بينما يتوزع إجمالي إيراد الزهور بين الورد، القرنفل، الأقحوان، بقيم ٧٦٨ ألف ريال و ٧٨٨ ألف ريال، ٥٠٤ آلاف ريال أي بنحو ٣٧,٣٪، ٣٨,٣٪، ٢٤,٥٪ من إجمالي إيراد الزهور على الترتيب (جدول رقم ٤).

مجمل الربح للخطة المثلى

تحقق محاصيل الخضر في الخطة المثلى مجمل ربح يبلغ ٨,٥ مليون ريال، أما الزهور فتحقق ١,٣ مليون ريال، وبذلك يقدر مجمل الربح بنحو ٩,٨ مليون ريال بزيادة مقدارها ٢,٧ مليون ريال تعادل ٣٨٪ من نظيره في خطة سنة ١٩٩١م لمزارع إسترا البالغ حوالي ٧ ملايين ريال. (جدول رقم ١، ٤).

ويتبين من ذلك أن الخطة المثلى تتضمن توجيه مساحة أقل من المساحة الراهنة لزراعة الطماطم والخس والأقحوان كما تتضمن مساحة أكبر من المساحة الراهنة لزراعة الورد والقرنفل مع ثبات المساحة الموجهة لزراعة الخيار. ويمكن تبرير ذلك بارتفاع التكلفة المتغيرة لكل من محاصيل الطماطم والخس والأقحوان.

أسعار الظل Shadow Prices

أمكن من خلال تحليل نموذج البرمجة الخطية تقدير أسعار الظل التي تعكس الندرة الحقيقية للموارد، وهي تعتبر أداة فعالة في التوجيه الأمثل للموارد الإنتاجية وخاصة النادر منها. فقد تبين أن أكثر الموارد الإنتاجية ندرة هو مياه الري حيث بلغ سعرها الظلي ١٥٤٠,٨ ريال، يليه في الترتيب مورد العمالة حيث بلغ سعر الظل ١٣٦٠ ريالاً ثم يأتي في المركز الثالث محدد مساحة البيوت الفيبرجلاس المكيفة المائية التي تستغل في زراعة الخس لاستنفادها بالكامل في الخطة المقترحة. أما الموارد الأخرى، فنتيجة لعدم استنفادها بالكامل لم يظهر لها سعر ظل، ويستدل من ذلك أن التخطيط الإنتاجي في مزارع المؤسسة العربية للتموين والتجارة يقتضي أن توضع الندرة النسبية العالية لموردي المياه والعمالة في الاعتبار مع العمل على زيادة المساحة من البيوت الفيبرجلاس المكيفة المائية لزراعة الخس.

تحليل حساسية الخطة الإنتاجية المثلى Sensitivity Analysis

تعتبر مشكلة البرمجة الخطية مشكلة اتخاذ قرار في ظل ظروف التأكد Certainty. وهنالك عدد محدود جدًا من المشكلات في الحياة العملية التي تتصف بهذه الخاصية، فغالبًا ما يوجد العديد من العوامل غير المحددة بثقة كاملة. وبالتالي فإن تحليل الحساسية لنموذج

البرمجة الخطية ذو أهمية كبرى للإدارة، إذ يتم من خلاله إظهار المدى الذي يكون فيه الحل الأمثل عرضة للتغير من عدمه. فإذا كانت التغيرات داخل نطاق هذا المدى فلن يكون هناك أثر من المتغيرات أو التقلبات على الحل الأمثل، أما إذا كانت التغيرات خارج المدى فهناك حاجة إلى حل جديد ولابد من إعادة البرمجة للمشكلة المعروضة.

ولقد تم إجراء تحليل الحساسية لكل من دالة الهدف المتمثلة في قيم مجمل الربح بعد تغطية التكاليف المتغيرة وتحليل الحساسية للموارد والمحددات الاقتصادية، وتبين من استعراض نتائج النموذج عدم التغير في الخطة المثلى إذا ما تغير مجمل الربح بدون حد أقصى وبحد أدنى بلغ لمنتجات الطماطم، الورد، القرنفل ٢٢٢,٩٧ ألف ريال، ٢١٨,٨٥ ألف ريال، ٢٠٢,٣٢ ألف ريال على الترتيب. ولن يطرأ تغير على الخطة المقترحة إذا ما تغير مجمل الربح للأقحوان بحد أقصى يبلغ حوالي ٢٨٣,٣٥ وليس لتغيرات مجمل الربح لأي من الخيار والخس تأثير على الخطة المثلى، وذلك نتيجة للقيود الموضوعة والمتعلقة بمساحات البيوت المحمية البلاستيكية والفيبرجلاس المكيفة المائية (جدول رقم ٥).

وبإجراء تحليل الحساسية للموارد والمحددات المتمثلة في مساحة البيوت الفيبرجلاس المكيفة والبيوت البلاستيكية والبيوت الفيبرجلارس المكيفة المائية وكمية مياه الري وعدد ساعات تشغيل العمالة باعتبارها أكثر المحددات تأثيرًا في النموذج، يتبين أن معظم هذه الموارد يمكن أن تتراوح بين حد أدنى فقط قدره ١٣٥٣٨٥م^{٣} ودون وجود حد أقصى مما يعني أن أي زيادة تتاح في كمية مياه الري لن تؤثر في الخطة المثلى في ضوء المتاح للمؤسسة من الموارد الأخرى.

وتراوح المدى لمساحة البيوت الفيبرجلاس المكيفة بين ٣٩,٦-٧,٣ هكتار. ولمساحة البيوت البلاستيكية بين ٥٦,٣١-٣٢,٢ هكتار. ولمساحة البيوت الفيبرجلاس المكيفة المائية بين ٤,١-٢,٠٥ هكتار. أما عدد ساعات تشغيل العمالة فيمكن أن يتراوح ما بين ٤٨٨٤٧٥-٤٨٢٢٤٣ ساعة عمل دون حدوث تغير في الخطة المثلى.

التوصيـــــات

تركـز هذا البحث التطبيقي على دراسة حالة المؤسسة العربية للتموين والتجارة، مزارع استرا بتبوك. ونظرًا لتكاليف إنتاج البيوت المحمية المختلفة للمناطق المختلفة وأنواع البيوت المحمية المستخدمة في كل منطقة، وأنواع الأنشطة المنتجة فإنه يلزم أن يجري ذات الأسلوب البحثي على مشاريع مختارة من البيوت المحمية في مناطق المملكة الأخرى بغرض الوقوف على التوليفة الإنتاجية المثلى من منتجات البيوت المحمية في كل منطقة، ويستفاد من مثل هذه الدراسات التي تستخدم أسلوب البرمجة الخطية بوصفه أداة تخطيطية مهمة ليهتدي بها عند عقد المقارنات بين الخطط البديلة واستخلاص مختلف المؤشرات الاقتصادية المهمة اللازمة لمعظمة الاستفادة من استخدام هذه التقنيات الحديثة بالقطاع الزراعي بالمملكة.

شكر: يعرب الباحث عن عميق شكره للسيد إيهاب محمد فتح الرحمن للمساعدة في جمع البيانات وإدخالها في الحاسب الآلي.

المراجـــــع

[١] حسن، أحمد عبدالمنعم. *تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات)* الطبعة الأولى، القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع، ١٩٨٨م.

[٢] وزارة الزراعة والمياه ـ إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء. العدد السادس، *الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي*. الرياض: إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، ١٩٨٨م.

[٣] College of Agricultural and Food Sciences, King Faisal University. *Evaluation and Improvement of the Efficiency of Vegatable Production in Greenhouses.* King Abdulaziz City for Sciences and Technology, Project No.: AR-8-36, Riyadh, December, 1990.

[٤] التطاوي، نشوي عبدالحميد يونس. «إدارة وتنظيم أعمال منشآت تصنيع الإنتاج الزراعي الغذائي في جمهورية مصر العربية (دراسة تطبيقية على شركة أدفينا للأغذية المحفوظة». *رسالة دكتوراه*، الإسكندرية: جامعة الإسكندرية، كلية الزراعة، (١٩٨٩م).

[٥] Agrawal, R.C and Earl, O. Heady. *Operation Research Methods for Agricultural Decisions.* Iowa: the Iowa State University Press, 1985.

[٦] فتح الرحمن، إيهاب محمد. اقتصاديات تصنيع التمور في المملكة العربية السعودية (دراسة تطبيقية على مصنع الشركة الوطنية للتنمية الزراعية ـ نادك). *رسالة ماجستير*، الرياض: جامعة الملك سعود، كلية الزراعة، ١٩٩١م.

[٧] Stathacos, Charles S. and White, Gerald, B. *An Economic Analysis of New York Greenhouse Enterprises*. New York, 1980.

[٨] Sankhayan PL. *Introduction to Farm Management*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 1983.

[٩] المؤسسة العربية للتموين والتجارة، مزارع استرا. *بيانات سجلات الحسابات والإنتاج*. تبوك، ١٩٩١م.

Optimal Production Pattern for Greenhouse Products: A Case Study of Astra Farms at Tabouk, Saudi Arabia

Khaled A. Al-Hamoudi
Department of Agricultural Economics, College of Agriculture, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

Abstract. The study was to examine the production status and magnitude for the greenhouse farms of the ASTRA farm located in the Tabouk area of the Saudi northern region. This is made to determine the main features of the production patterns along with the utilized production methods in order to identify the optimum production plan for the ASTRA group of farms.

Linear programming mathematical technique has been utilized to maximize profits for the various production activities. They are: tomato, cucumber, lettuce, carnation, chrysanthemum, and gypsophila. This optimization process required the estimation of the required resources such as labor, irrigation water, fertilizers, and pesticides for the above-mentioned crops.

The study showed that the optimum production plan is the one which achieves an annual gross profit of 9.8 million riyals. That is to say, an increase of 40 percent over its equivalent of 1991. It is recommended that the cultivated areas of tomatoe, cucumber, and gypsophila should be reduced from 3.75, 2 and 0.9 hectares to 3.2, 1.95, and 0.08 hectares, respectively. On the other hand, the areas of carnation and chrysanthemum should be increased from 1.25 hectares to 1.6 hectares. Moreover, the shadow price of irrigation water and labor are estimated at 1540.8 and 1360 riyals, respectively.

Sensitivity analysis showed that no change in the optimum plan would occur if gross profits changed without an upper limit and with a lower limit of 222.97, 218.85, and 202.32 thousand riyals for tomatoes, carnation, and chrysanthemum, respectively. On the other hand, no change in the optimum plan would occur if gross profits for gypsophila changed with an upper limit of 283.35 thousand riyals. Moreover, changes in gross profits per hectare for cucumbers and lettuce are found to have no impact on the optimum production plan. In general, it is found that there is no wide range for resources changes without altering the optimum plan.